

51

Int. Cl.: F 16 h, 15/50

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

52

Deutsche Kl.: 47 h, 15/50

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 2 310 880

Aktenzeichen: P 23 10 880.7

Anmeldetag: 5. März 1973

Offenlegungstag: 12. September 1974

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Laufring-Einstellvorrichtung für stufenlos einstellbare Kugel-Umlaufgetriebe

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Körner, Helmut, 3006 Großburgwedel

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72

Als Erfinder benannt: Erfinder ist der Anmelder

DP 2 310 880

**Lauftring-Einstellvorrichtung  
für stufenlos einstellbare Kugel-Umlaufgetriebe**

Gegenstand der Erfindung ist eine Lauftring-Einstellvorrichtung für stufenlos einstellbare Kugel-Umlaufgetriebe mit vier Laufbahnen für einen Kranz von käfiggehaltenen Kugeln als Übertragungselemente, die den Laufbahnen unter Druck schräg anliegen, von denen mindestens eine hohlgewölbte Laufbahn gegen Verdrehung gesichert und in ihrem Druckwinkel gegenüber den Kugeln unter elastischer Formänderung ihres Ringes stufenlos einstellbar ist.

Kugel-Umlaufgetriebe mit einem Kranz von Kugeln zwischen vier Laufbahnen sind seit langem bekannt (vgl. DT-Patentschriften 805 482, 805 483, DT-GM-Schrift 1 939 924), wobei es auch schon bekannt ist, die Getriebeeinstellung dadurch zu bewirken, daß ein Lauftring mit einer hohlgewölbten Laufbahn für die übertragenden Kugeln zur Veränderung des Druckwinkels diesen gegenüber nach Art einer Tellerfeder durch einen axial bewegbaren Einstellring elastisch verformt wird (vgl. DT-GM-Schrift 1 939 924). Ähnliche Anordnungen finden sich auch bei anderen stufenlos einstellbaren Wälzgetrieben (vgl. US-Patentschrift 2 478 227 und DT-Patentschrift 1 284 777).

Eine wesentliche Bedingung für einen guten Übertragungswirkungsgrad bei allen Getriebeeinstellungen und Belastungen sowie für eine hohe Betriebssicherheit und Lebensdauer der stufenlos einstellbaren Kugel-Umlaufgetriebe ist, daß die übertragenden Kugeln ihren vier Laufbahnen jeweils immer nur mit dem Druck anliegen, wie es zu einer ausreichenden Kugel-Haftkraft an den Laufbahnen das jeweilige Lastmoment erfordert. Dafür gibt es bereits Anpreßvorrichtungen verschiedener Arten, die eine je nach Größe des Lastmomentes an der Getriebewelle veränderliche Umfangskraft aus diesem Moment in eine lastabhängige axiale Kraft auf einen Lauftring der Kugeln selbsttätig umsetzen. Solche Anpreßvorrichtungen wirken zumeist mit einem Kranz von Wälzkörpern zwischen schrägen Auflauframpen. Bei den bekannten Kugel-Umlaufgetrieben mit einem Kranz von käfiggehaltenen Kugeln zwischen vier Laufbahnen bereitet es Schwierigkeiten, eine solche lastabhängig arbeitende Anpreßvorrichtung mit einer Lauftring-Einstellvorrichtung für einen ela-

stisch durchfederbaren Laufring mit hohlgewölbter Kugel-Laufbahn zu kombinieren, ohne die Wirksamkeit der Anpreßvorrichtung bei allen vorkommenden Lastmomenten, Getriebeeinstellungen und sonstigen Betriebsbedingungen zu beeinträchtigen. Die je nach Durchfederung mit seiner Verstellung veränderliche Federkraft des einstellbaren Laufringes darf bei einer solchen Kombination in den verschiedenen Getriebeeinstellungen nicht auf den Kranz der übertragenden Kugeln wirken; außerdem darf sich der Peilkreisdurchmesser dieser Kugeln im ständigen Kontakt mit allen vier Laufbahnen bei verschiedenen Einstellungen des durchfederbaren Laufringes möglichst nur sehr wenig verändern. Die zum Ausgleich einer solchen Veränderung sich ergebende gegenseitige Verdrehung der beiden Rampenringe der Anpreßvorrichtung wirkt sich in mehreren Hinsichten schädlich für das Getriebe aus, besonders beim Auftreten von stoßenden oder kraftrichtungswechselnden Drehmomenten.

Aufgabe der Erfindung ist es, durch eine einfache, wenig aufwendige und betriebssicher arbeitende Konstruktion einer Laufringeinstellvorrichtung diese Schwierigkeiten auszuschalten und dadurch ein Kugel-Umlaufgetriebe der einleitend bezeichneten Art zu ermöglichen, das sich außer durch eine hohe Belastbarkeit bei guter Betriebssicherheit besonders durch einen hohen Übertragungswirkungsgrad bei allen vorkommenden Einstellungen und Belastungen und durch eine lange Lebensdauer auszeichnet. In Verbindung mit einer geeigneten Konstruktion des einstellbaren Laufringes soll diese Einstellvorrichtung auch einen weiten Einstellbereich für den Laufbahn-Druckwinkel dieses Ringes den unlaufenden Kugeln gegenüber ohne Beeinträchtigung der Wirkung der Anpreßvorrichtung ermöglichen, so daß das Getriebe einen großen Steuerbereich für Drehzahl und Drehmoment bietet.

Nach der Erfindung ist zur Lösung dieser Aufgabe eine Laufringeinstellvorrichtung der einleitend genannten Art vorgesehen, die einen axial und radial gelagerten und durch Verstellmittel beliebiger Art verdrehbaren Einstellring mit mindestens einem Rechtsgewinde und einem Linksgewinde mit verschiedenen großen Steigungen aufweist, der durch diese Gewinde mit mindestens einem Paar von gegen Verdrehung gesicherten und axial beweglichen Stützringen für je Stützringpaar einen axial durchfederbaren Laufring ver-

schraubt ist, von denen der eine Stützring den mit der hohlgewölbten Kugel-Laufbahn versehenen Laufring am Innenumfang und der andere Stützring diesen Laufring am Außenumfang angreift, wobei die Angriffsrichtungen der beiden Stützringe einander entgegengesetzt sind.

Eine Laufring-Einstellvorrichtung in dem Aufbau nach diesen Grundmerkmalen erfüllt die Forderungen der Erfindungsaufgabe von der einfachen Konstruktion bis zu einem großen Einstellbereich ohne Beeinträchtigung der Wirkung der Anpreßvorrichtung des Getriebes vollständig und bietet zudem noch sehr günstige Ausbaumöglichkeiten. Diese Möglichkeiten erweitern das Einsatzfeld des Getriebes.

Die Zeichnung gibt in einem Axialschnitt ein mit einem Zahnradteil kombiniertes stufenlos einstellbares Kugel-Umlaufgetriebe mit einer Laufring-Einstellvorrichtung nach der Erfindung wieder und liegt der folgenden näheren Beschreibung dieses Ausführungsbeispiels der Erfindung zugrunde. Dabei sind noch weitere wesentliche Merkmale bezüglich des Ausbaues und der konstruktiven Abwandlungen dieser Vorrichtung anzuführen.

Eine mit der Antriebswelle 1 des Getriebes in Verbindung stehende innere Laufbahn 2 arbeitet mit einem Kranz von mehreren übertragenden Kugeln 3 zusammen, die durch eine gemeinsame Käfigscheibe 4 gegenseitig auf Abstand gehalten sind. Dabei laufen die Kugeln 3 außen an zwei gegen Verdrehung gesicherten Laufbahnen 5, 6 um, von denen die eine Laufbahn 6 sich an einem in seinem Druckwinkel den Kugeln 3 gegenüber einstellbaren Laufring 7 befindet. Auf der Getriebe-Abtriebsseite arbeiten die Kugeln 3 mit einer weiteren inneren Laufbahn 8 zusammen, die mit einem Zentralrad 9 in Verbindung steht. Dieses Zentralrad 9 greift in zwei gestuft-doppeltverzahnte Planetenräder 10 ein, die mit ihrer Verzahnung mit großem Wälzkreis im Eingriff mit einem Hohlrad 11 stehen, welches als abtreibendes Getriebe-glied drehfest mit der Getriebe-Abtriebswelle 12 verbunden ist. Der Antrieb der Planetenräder 10 erfolgt über ihren gemeinsamen Träger 13 durch die Antriebswelle 1, die zu diesem Zweck mit einer Verlängerung koaxial durch das Zentralrad 9 tritt und drehfest mit dem Planetenträger 13 verbunden ist. Das Zentralrad 9 stellt mit den Kugeln 3 und deren Laufbahnen 2, 5,

6, 8 einen Reaktionsteil des Getriebes dar. Für eine hohe Belastbarkeit haben alle Laufbahnen 2, 5, 6, 8 ein hohlgewölbtes Profil zu einer Schmiegunz mit den anliegenden Kugeln 3 mit einem geringeren Schmiegungsgrad von etwa  $\beta = 0,9$ . In dem dargestellten Aufbau hat das Umlaufgetriebe einen großen Drehzahl- und Drehmoment-Einstellbereich, wobei es in der Grenzeinstellung auf größte Abtriebsdrehzahl mit einem Übersetzungsverhältnis  $i = 1$  arbeitet. Das wiedergegebene Getriebe zeichnet sich durch eine hohe Raumleistung aus und arbeitet in allen Einstellungen mit einem sehr guten Übertragungswirkungsgrad bei geringen wie bei starken Belastungen. Dies geht zu einem wesentlichen Teil auch darauf zurück, daß ein großer Betrag der zu übertragenden Leistung direkt über hoch belastbare und verlustarm arbeitende Verzahnungen in die Getriebe-Abtriebswelle fließt.

Eine der Voraussetzungen für die genannten Eigenschaften ist eine selbsttätig arbeitende Anpreßvorrichtung mit einem Kranz von Kugeln 14 zwischen schrägen Auflauframpen 15, 16, welche zwischen dem Zentralrad 9 und dem Teil mit der damit zusammenarbeitenden Laufbahn 8 angeordnet ist. Die auf Belastung des Zentralrades 9 durch die Planetenräder 10 ansprechende Anpreßvorrichtung wirkt durch Spreizung der Auflauframpen 15, 16 durch die auflaufenden Kugeln 14 axial auf die Laufbahn 8 und erzeugt so den gewünschten lastabhängigen Druckkontakt zwischen den übertragenden Kugeln 3 und allen ihren Laufbahnen 2, 5, 6, 8. Die axiale Reaktionskraft an dem Zentralrad 9 durch die an den Rampen 15, 16 auflaufenden Kugeln 14 der Anpreßvorrichtung stützt sich über ein Axial-Rollenlager 17 an der Antriebswelle 1 ab, an der damit ein Selbstausgleich der auftretenden axialen Kräfte besteht.

Die Laufring-Einstellvorrichtung dieses Umlaufgetriebes weist einen axial und radial gelagerten und verdrehbaren Einstellring 18 mit einem Rechtsgewinde 19 und einem Linksgewinde 20 mit verschiedenen großen Steigungen auf, der durch diese Gewinde mit zwei gegen Verdrehung gesicherten und axial beweglichen Stützringen 21, 22 für den einzustellenden Laufring 7 verschraubt ist. Das Gewinde 19 des Einstellringes 18 mit dem kleineren Durchmesser für den Stützring 21 am inneren Rand des Laufringes 7 hat eine um ein bestimmtes Maß größere Steigung als das andere Gewinde 20 am Einstell-

ring 18. Durch dieses Gewinde 20 greift der äußere Stützring 22 bei seiner axialen Verstellung durch den sich drehenden Einstellring 18 den axial durchfederbaren Laufring 7 umfänglich an seinem äußeren Rand an, während der innere Stützring 21 den Laufring 7 an seinem inneren Rand bewegt. Entsprechend den verschiedenen gerichteten Steigungen der beiden Stellgewinde 19, 20 am Einstellring 18 sind die Angriffsrichtungen der beiden Stützringe 21, 22 an dem Laufring 7 einander entgegengesetzt. Dabei wird der Laufring 7 gemäß der größeren Steigung des Gewindes 19 mit dem kleineren Durchmesser an seinem inneren Rand durch den zugehörigen Stützring 21 bei der Verdrehung des Einstellringes 18 in axialer Richtung mehr bewegt als an seinem äußeren Rand durch den sich dabei gegenläufig bewegenden äußeren Stützring 22. Ein den Einstellring 18 radial lagernder Getriebegehäusedeckel 23 bildet durch einen Paßbolzen 24 die Verdrehsicherung für die beiden Stützringe 21, 22, die sich mit entsprechenden Paßbohrungen auf diesem Bolzen verschieben lassen. Der Gehäusedeckel 23 lagert auch noch ein Verstellritzel 25 für den Einstellring 18, der außen eine Verzahnung zum Eingriff mit dem Verstellritzel 25 aufweist. Durch ein Handrad 26 kann der Einstellring 18 mittels des Ritzels 25 zur Getriebeeinstellung verdreht werden.

Eine wesentliche konstruktive Maßnahme besteht darin, daß das den Einstellring 18 axial durch ein Axial-Nadellager 27 lagernde Gehäuseeteil in Gestalt einer Einstellmutter 28 auf den Kranz der übertragenden Kugeln 3 zu einstellbar ist, und zwar mittels eines Stellgewindes 29 mit einer feinen Steigung. Beim Zusammenbau des Getriebes können die Kugeln 3 dadurch ohne Schwierigkeit in Kontakt mit ihren vier Laufbahnen 2, 5, 6, 8 gebracht werden, indem der ganze Teilesatz der Einstellvorrichtung mittels der Einstellmutter 28 auf den Kugelkranz zu eingestellt wird. Der korrekten Einstellbarkeit der Kugeln 3 an ihren Laufbahnen bei dem Getriebezusammenbau kommt dabei zustatten, daß sich die beiden inneren Laufbahnen 2, 8 in axialer Richtung frei an den Kugeln 3 einstellen können; die mit diesen Laufbahnen verbundene Antriebswelle 1 ist zusammen mit dem Zentralrad 9 und dem Träger 13 mit den Planetenrädern 10 axial nur durch den Kranz der Kugeln 3 festgelegt.

Als weitere wichtige Maßnahme zugunsten einer korrekten Laufbahn-

Kugel-Einstellung ist vorgesehen, daß der einstellbare Laufring 7 an seinen beiden Stützringen 21, 22 zu seiner freien Zentrierung an dem Kranz der übertragenden Kugeln 3 radial ungelagert ist; der Kontakt des Laufringes 7 mit den Stützringen 21, 22 besteht somit nur an den Planflächen dieser Ringe. Ähnlich verhält es sich auch mit dem äußeren Laufring 30 auf der anderen Seite des Kugelkranzes, der bei der Getriebemontage mit größerer radialer Spielpassung in einer Ausdrehung des Getriebegehäuses 31 umfänglich mit einer nachgebenden Kunststoffbeschichtung eingesetzt worden ist und sich axial an einer Stirnfläche 32 der Ausdrehung abstützt. Für den großen Leistungsdurchsatz des dargestellten Getriebes beteiligen sich dadurch alle Kugeln 3 gleichmäßig bei der Leistungsübertragung, weil sich die beiden äußeren Laufringe 7, 30 an den durch die beiden inneren Laufbahnen 2, 8 geführten Kugeln 3 radial genau einstellen können. Von Bedeutung ist dabei auch, daß die beiden äußeren Laufringe 7, 30 durch eine gewisse diametrale Elastizität jeder einzelnen Kugel 3 gegenüber für einen gleichmäßigen Andruck aller Kugeln gegen ihre vier Laufbahnen 2, 5, 6, 8 sorgen. Dadurch werden herstellungsbedingte Lage- und Formfehler an den Teilen wie etwa Unrundheiten, die sonst die Belastbarkeit und den genauen Lauf sowie die Einstellgenauigkeit des Getriebes beeinträchtigen, ausgeglichen. Der einfache Reibschluß des einstellbaren äußeren Laufringes 7 an den abstützenden Planflächen schon allein infolge seiner federnden Vorspannung genügt zu einer Verdrehsicherung dieses Ringes gegenüber den daran auftretenden relativ kleinen Reaktionsmomenten auch bei Einstellung des Getriebes auf sein größtes Übersetzungsverhältnis mit Sicherheit, weil das Haftreibungsmoment an den abstützenden Flächen stets größer ist als das Moment der Kugeln 3 an dem Laufring 7. Die Verdrehsicherung für den anderen äußeren Laufring 30 ergibt sich durch die Klebekraft der umfänglichen Kunststoffbeschichtung und zusätzlich durch den Reibschluß stirnseitig am Getriebegehäuse 31 infolge des Druckes der Kugeln 3.

Der einstellbare äußere Laufring 7 liegt durch eigene starke Federkraft mit Kraftrichtung auf den Kranz der Kugeln 3 zu mit seinem äußeren Rand umfänglich gegen einen festen Anschlag 33 des zugehörigen Stützringes 22, der die eine der abstützenden Planflä-

chen bildet; mit seiner Rückseite hat der Laufring 7 keinen Kontakt mit dem Stützring 22. Die Federkraft des Laufringes 7, mit der er gegen den Anschlag 33 des Stützringes 22 liegt, entspricht einem bestimmten Andruck des Kranzes der Kugeln 3 aufgrund einer bestimmten maximalen Getriebebelastung, ohne daß die Federkraft des Laufringes 7 bei dieser Konstruktion an den übertragenden Kugeln 3 zur direkten Auswirkung kommt. Erhöht sich der Druck der Kugeln 3 an der einstellbaren Laufbahn 6 bei Getriebeeinstellung auf geringere Drehzahl mit stärkerem Abtriebsmoment, so erhöht sich durch ein Aufeinanderzubewegen der beiden Stützringe 21, 22 bei dieser Getriebeeinstellung auch die Federkraft des Laufringes 7 an diesen Stützringen und damit zugleich seine Haftkraft an den Ringen.

Bei der Verstellung des Laufringes 7 zur Veränderung des Druckwinkels seiner Laufbahn 6 den Kugeln 3 gegenüber muß für eine korrekte Arbeitsweise der Einstellvorrichtung mit Rücksicht auf die Arbeitsweise der Anpreßvorrichtung davon ausgegangen werden, daß sich von einer Mittelstellung aus das äußere Profilende der Laufbahn 6 um möglichst den gleichen Betrag radial von den Kugeln 3 entfernt wie sich das innere Profilende der Laufbahn 6 radial den Kugeln 3 nähert. Ein Entsprechendes gilt auch für den umgekehrten Verstellvorgang. Diese Bedingung wird dadurch erfüllt, daß - wie vorgesehen - die Steigung des Gewindes 19 für den inneren Stützring 21 am Einstellring 18 um ein bestimmtes Maß größer ist als die Steigung des Gewindes 20 für den äußeren Stützring 22. Geringe Abweichungen davon ist die Anpreßvorrichtung ohne Nachteile in der Lage auszugleichen, indem sich dafür ihre Rampen 15, 16 unter Einfluß der auflaufenden Kugeln 14 mehr oder weniger spreizen oder annähern, wenn die an der Laufbahn 6 geringfügig nach innen oder nach außen wandernden Kugeln 3 eine solche selbsttätige Nachstellung erfordern.

Die Wölbung der einstellbaren Laufbahn 6 im Profil gestattet, daß für einen großen Einstellbereich von Druckwinkeln den umlaufenden Kugeln 3 gegenüber nur verhältnismäßig kleine Verstellwege an den beiden Stützringen 21, 22 durch den Einstellring 18 aufgebracht werden müssen. Zu einem leichten Verdrehen des Einstellringes 18 im Betrieb und unter Belastung des Getriebes ergibt sich dadurch



auch der Vorteil einer großen Kraftübersetzung. Darüber hinaus erlaubt diese Einstellvorrichtung, das Getriebe auch im Stillstand ohne Gefahr für die Kugeln 3 und ihre Laufbahnen 2, 5, 6, 8 durch schädliches Gleiten zu verstellen. Das Zustandekommen der stufenlosen Übersetzungsänderungen zwischen den beiden inneren Laufbahnen 2, 8 und damit zwischen der Antriebswelle 1 und der Abtriebswelle 12 des Getriebes beim Verstellen des Kugel-Druckwinkels der äußeren Laufbahn 6 ist wie bei den bekannten Kugel-Umlaufgetrieben ähnlicher Art und beruht auf Durchmesseränderungen der Laufkreise an der Laufbahn 6 und besonders an den Kugeln 3.

Der durchfederbare Laufring 7 ist gegen den festen Anschlag 33 des äußeren Stützringes 22 durch seine eigene Federkraft auf den Kranz der übertragenden Kugeln 3 zu mit der bestimmten, auf die maximal zulässige Druckkraft auf den Kugelkranz abgestimmten Vorspannung bis zum Eintreten einer Überlastung des Getriebes gepreßt. In Abwandlung dieser Konstruktion kann für die Anpressung des Laufringes 7 an den Stützring 22 zusätzlich oder allein auch eine besondere Druckfeder, etwa eine Tellerfeder, vorgesehen sein. Bei Überlastung des Getriebes gibt der Laufring 7 unter Abheben von seinem Anschlag 33 an dem Stützring 22 der Vorspannung entgegen axial nach, maximal soweit, bis der unter Einfluß der lastabhängig selbsttätig arbeitenden Anpreßvorrichtung 14, 15, 16 stehende innere Laufring 34 axial gegen einen festen Anschlag 35 unter Ausschaltung der Anpreßvorrichtung zu liegen kommt, dem gegenüber dieser Laufring 34 bis zum Eintreten einer Überlastung des Getriebes einen bestimmten geringen axialen Abstand 36 hat. Der feste Anschlag 35 zur Ausschaltung der Anpreßvorrichtung 14, 15, 16 ist gebildet durch einen mit einer ebenen Gleitlagerfläche versehenen Anlaufring 37 auf der Verlängerung der Getriebe-Antriebswelle 1.

Diese Konstruktion bietet den Vorteil beim Getriebeeinsatz, daß das Getriebe auch ohne den Aufwand einer zusätzlichen drehmomentbegrenzenden Kupplung bei seiner Überlastung keinen Schaden nimmt. Zwar entsteht bei einer solchen Überlastung ein vermehrter Schlupf an den umlaufenden Kugeln 3 mit Reibungswärme, ohne daß dabei je-

doch sogleich die Kugeln 3 und ihre Laufbahnen 2, 5, 6, 8 beschädigt werden. Außer daß diese Maßnahme das Getriebe zuverlässig auch gegenüber stoßhaften Drehmomenten schützt, bietet sie noch den besonderen Vorteil, daß auch bei einer länger dauernden Überlastung das maximal zulässige Drehmoment an der Abtriebswelle 12 dank der in diesem Betriebszustand an den umlaufenden Kugeln 3 direkt wirkenden bestimmten Federkraft des einstellbaren Laufringes 7 aufrechterhalten bleibt.

Der durchfederbare Laufring 7 ist in Abstimmung auf seine Federkraft und den Kraftanstieg außerdem so gestaltet und abgestützt, daß er sich bei Überlastung des Getriebes mit Abheben von seinem festen Anschlag 33 unter Verschieben seines äußeren Randes gegenüber dem fest abgestützten inneren Rand in seinem Druckwinkel den übertragenden Kugeln 3 gegenüber auf eine geringere Drehzahl und ein größeres Drehmoment an der Abtriebswelle 12 selbsttätig einstellt. Eine Überlastung bzw. weitergehende Lasterhöhung wird somit wie bei einem hydrodynamischen Drehmomentwandler mit diesem Getriebe durch ein sich automatisch einstellendes größeres Lastmoment an der Getriebe-Abtriebswelle 12 bis zu einer bestimmten Grenze ausgeglichen, wobei ein Lastanstieg über diese Grenze hinaus den unschädlichen Schlupf der immer noch mit den inneren Laufbahnen 2, 8 umlaufenden Kugeln 3 unter Aufrechterhaltung des maximalen Abtriebsmomentes nach sich zieht, der erfolgten Ausschaltung der Anpreßvorrichtung zufolge. Die selbsttätige Einstellung des Laufringes 7 bei Auftreten eines stärkeren Lastmomentes beeinträchtigt in keiner Weise die Einstellbarkeit des Getriebes mittels des Einstellringes 18, sofern die Einstellvorrichtung bei unveränderter Antriebsleistung am Getriebe nicht auf eine höhere Abtriebsdrehzahl verstellt wird.

Dank der Fähigkeit der vorliegenden Laufring-Einstellvorrichtung, auch das Drehzahlverhältnis 1:1 zwischen einem antreibenden und einem abtreibenden Glied des Getriebes einzustellen, bietet sich noch eine besondere Ausbaumöglichkeit, die günstige Voraussetzungen für ein breites Einsatzfeld des Getriebes schafft, so etwa für den Antrieb von Kraftfahrzeugen mit ihrer bekanntermaßen weit überwiegenden Betriebszeit im sogenannten direkten Gang. Dieser Ausbau besteht darin, daß die Einstellvorrichtung oder ihre Betäti-

gungsorgane in einem Wirkzusammenhang mit einer schaltbaren Kupplung beliebiger Bauform zwischen den beiden Getriebegliedern - wie etwa dem Planetenträger 13 und dem mit der Abtriebswelle 12 drehfest verbundenen Hohlrad 11 des gezeichneten Getriebes - steht, die beide Getriebeglieder bei einer Getriebeeinstellung auf das Drehzahlverhältnis 1:1 zwischen diesen Gliedern unter Überbrückung oder Ausschaltung der übertragenden Kugeln 3 zur Mitnahme selbsttätig miteinander verbindet. Bei allen anderen Getriebeeinstellungen bleiben die beiden Getriebeglieder hinsichtlich ihrer Direktschaltung voneinander getrennt, und der Kranz der Kugeln 3 überträgt zumindest einen Teil der Antriebsleistung. Die Ein- und Ausschaltung der Kupplung kann beispielsweise mittels eines durch die Einstellvorrichtung oder ihre Betätigungsorgane über Kontakte mit betätigten Elektromagneten in Ringform erfolgen, der auf axial bewegliche Kupplungsscheiben an den Getriebegliedern wirkt. Auch ein anderer Wirkzusammenhang ist möglich, so etwa ein mechanischer, pneumatischer oder hydraulischer, wenn ein verzahnter Einstellring der Einstellvorrichtung beispielsweise durch eine Zahnstange bewegt wird, auf die ein Pneumatik- oder Hydraulikkolben wirkt, gegebenenfalls einer selbsttätig rückstellenden Feder entgegen.

Bei dieser Lösung wird der Kugelteil des Getriebes bei seinem Einsatz zum Beispiel für einen Kraftfahrzeugantrieb vorwiegend nur beim Beschleunigen des Fahrzeuges beansprucht; während der längsten Betriebszeit fließt die Antriebsleistung ausschließlich durch die eingeschaltete Kupplung in die treibenden Räder des Fahrzeuges, wobei außer den umlaufenden Kugeln des Getriebes auch etwaige Zahnräder aus der Leistungsübertragung herausgenommen sein können, wie das bei dem gezeichneten Getriebe mit den Planetenrädern der Fall wäre. Bei auftretender Erhöhung des Fahrwiderstandes kann die Kupplung automatisch getrennt werden, gesteuert etwa durch Druckunterschiede im Ansaugstutzen eines antreibenden Verbrennungsmotors. Eine Kupplungstrennung durch ein Betätigen der Einstellvorrichtung des Getriebes beim Einstellen auf eine langsame Fahrgeschwindigkeit bleibt davon unberührt. Eine solche Lösung erhöht nicht nur erheblich den Übertragungswirkungsgrad des Getriebes und seinen maximal möglichen Leistungsdurchsatz, sondern auch die Getriebelebensdauer.

Die Laufring-Einstellvorrichtung nach der Erfindung ist ohne weiteres auch für Kugel-Umlaufgetriebe verwendbar, die mit nur einer gegen Verdrehung gesicherten Laufbahn und mit drei sich drehenden Laufbahnen arbeiten. Diese Getriebe haben zumeist zwei gleiche Laufbahnen innerhalb des Kranzes der umlaufenden Kugeln, die zu einem Laufring gehören, während sich eine langsamdrehende Laufbahn der feststehenden und durch die erfindungsgemäße Vorrichtung im Druckwinkel verstellbaren äußeren Laufbahn coaxial gegenüber befindet. Im übrigen läßt die Einstellvorrichtung nach der Erfindung an ihren Teilen noch viele konstruktive Abwandlungen und Ausbaumöglichkeiten ohne Veränderung ihres Grundprinzips zu. Solche Abwandlungen bestehen beispielsweise darin, daß eines der beiden Stellgewinde an dem Einstellring als Außengewinde und das andere als Innengewinde ausgeführt ist oder daß beide Stellgewinde mit Kugeln zur Reibungsverminderung arbeiten. Die Einstellvorrichtung nach der Erfindung ist auch mit durchfederbaren Laufringen verschiedener Gestaltungen und Profilierungen zu kombinieren, wobei diese Laufringe als Innenringe, d.h. als innerhalb des Kugelkranzes angeordnete Laufringe auch ausgeführt sein können. Die Kontaktstellen des einstellbaren Laufringes mit seinen Stützringen können ebenfalls verschieden gestaltet sein, so etwa derart, daß dieser Laufring mindestens an seinem Außenumfang auf beiden Stirnseiten durch den Stützring axial abgestützt ist. Für bestimmte Konstruktionen hat diese Maßnahme den Vorteil einer Formstabilisierung an dem Laufring. Verschiedene Varianten erlauben auch die Verstellorgane dieser Einstellvorrichtung.

Desweiteren ist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einstellvorrichtung möglich, die mit insgesamt vier Stützringen zu einem gemeinsamen Einstellring auf zwei durchfederbare Laufringe wirkt, wenn etwa ein Kugel-Umlaufgetriebe für einen besonders großen Einstellbereich herzustellen ist. Bei einem Getriebe mit einem Kugelkranz bewegen sich zwar hierbei die Stützringe einer Gruppe gegenläufig, die beiden Laufringe verstellen sich jedoch gleichläufig, d.h. der Druckwinkel des einen Laufringes vergrößert sich, wenn sich der Druckwinkel des anderen Laufringes verkleinert. Eine solche Konstruktion der erfindungsgemäßen Einstellvorrichtung mit vier Stützringen und einem Einstellring kann aber auch bei mögli-

chen Kugel-Umlaufgetrieben Einsatz finden, die mit zwei Kugelkränzen arbeiten. Eine weitere Ausbaumöglichkeit für diese Einstellvorrichtung besteht noch in einer Kombination von zwei oder mehr Einstellvorrichtungen für ein Getriebe mit zwei oder mehr Kränzen von Übertragenden Kugeln, die gemeinsam betätigt werden, etwa durch eine gemeinsame Verstellwelle mit Verstellritzeln o.dgl., wobei die Verstellritzel im einzelnen in verzahnte Einstellringe eingreifen.

## P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Lauftring-Einstellvorrichtung für stufenlos einstellbare Kugel-Umlaufgetriebe mit vier Laufbahnen für einen Kranz von käfiggehaltenen Kugeln als Übertragungselemente, die den Laufbahnen unter Druck schräg anliegen, von denen mindestens eine hohlgewölbte Laufbahn gegen Verdrehung gesichert und in ihrem Druckwinkel gegenüber den Kugeln unter elastischer Formänderung ihres Ringes stufenlos einstellbar ist, gekennzeichnet durch einen axial und radial gelagerten und durch Verstellmittel beliebiger Art verdrehbaren Einstellring (18) mit mindestens einem Rechtsgewinde (19) und einem Linksgewinde (20) mit verschiedenen großen Steigungen, der durch diese Gewinde mit mindestens einem Paar von gegen Verdrehung gesicherten und axial beweglichen Stützringen (21, 22) für je Stützringpaar einen axial durchfederbaren Lauftring (7) verschraubt ist, von denen der eine Stützring (21) den mit der hohlgewölbten Kugel-Laufbahn (6) versehenen Lauftring (7) am Innenumfang und der andere Stützring (22) diesen Lauftring (7) am Außenumfang angreift, wobei die Angriffsrichtungen der beiden Stützringe (21, 22) einander entgegengesetzt sind.

2. Einstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der axial durchfederbare und mit hohlgewölbter Kugel-Laufbahn (6) versehene Lauftring (7) bis zum Eintreten einer Überlastung des Getriebes durch eigene Federkraft und/oder durch eine Druckfeder auf den Kranz der übertragenden Kugeln (3) zu mit bestimmter, auf die maximal zulässige Druckkraft auf den Kugelkranz abgestimmter Vorspannung an einem Rand umfänglich gegen einen festen Anschlag (33) des zugehörigen Stützringes (22) gepreßt ist und bei Überlastung des Getriebes unter Abheben von diesem Anschlag (33) der Vorspannung entgegen axial selbsttätig nachgibt, maximal soweit, bis ein anderer, unter Einfluß einer selbsttätig lastabhängig arbeitenden Anpreßvorrichtung (14, 15, 16) stehender Lauftring (34) der übertragenden Kugeln (3) axial gegen einen festen Anschlag (35) unter Ausschaltung der Anpreßvorrichtung zu liegen kommt, dem gegenüber dieser Lauftring (34) bis zum Eintreten einer Überlastung des Getriebes einen bestimmten geringen axialen Abstand (36) hat.

3. Einstellvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der bis zum Eintreten einer Getriebe-Überlastung mit federnder Vorspannung gegen einen festen Anschlag (33) liegende Laufring (7) in Abstimmung auf die Federkraft und den Kraftanstieg so gestaltet und abgestützt ist, daß er sich bei Überlastung des Getriebes mit Abheben von seinem festen Anschlag (33) unter Verschieben seines einen Randes gegenüber dem fest abgestützten anderen Rand in seinem Druckwinkel den übertragenden Kugeln (3) gegenüber auf eine geringere Drehzahl und ein größeres Drehmoment an der Getriebe-Abtriebswelle (12) selbsttätig einstellt.
4. Einstellvorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung oder ihre Betätigungsorgane in einem Wirkzusammenhang mit einer schaltbaren Kupplung beliebiger Bauform zwischen einem antreibenden Glied des Getriebes - wie etwa einem Planetenträger (13) - und einem abtreibenden Glied - wie etwa einem mit der Getriebe-Abtriebswelle (12) drehfest verbundenen Hohlrad (11) - steht, die beide Getriebe-glieder bei einer Getriebeeinstellung auf das Drehzahlverhältnis 1:1 zwischen diesen Gliedern unter Überbrückung oder Ausschaltung der übertragenden Kugeln (3) zur Mitnahme selbsttätig miteinander verbindet, bei allen anderen Getriebeeinstellungen dagegen voneinander trennt, etwa mittels eines durch die Einstellvorrichtung oder ihre Betätigungsorgane über Kontakte mit betätigten Elektromagneten, der auf axial bewegliche Kupplungs-scheiben an den Getriebegliedern wirkt.
5. Einstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das den Einstellring (18) lagernde Gehäuseteil (28) und der Kranz der übertragenden Kugeln (3) axial aufeinander zu einstellbar sind, vorzugsweise mittels eines Stellgewindes (29) mit feiner Steigung.
6. Einstellvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Einstellring (18) axial durch ein Wälzlager (27) an einer Einstellmutter (28) im Getriebegehäuse (31) abstützt.
7. Einstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß für die Gewinde (19, 20) an dem Einstellring (18) für die Stützringe (21, 22) verschieden große Gewindedurchmesser und gegebenenfalls ein Außengewinde und ein Innengewinde je Stützringpaar vorgesehen sind.

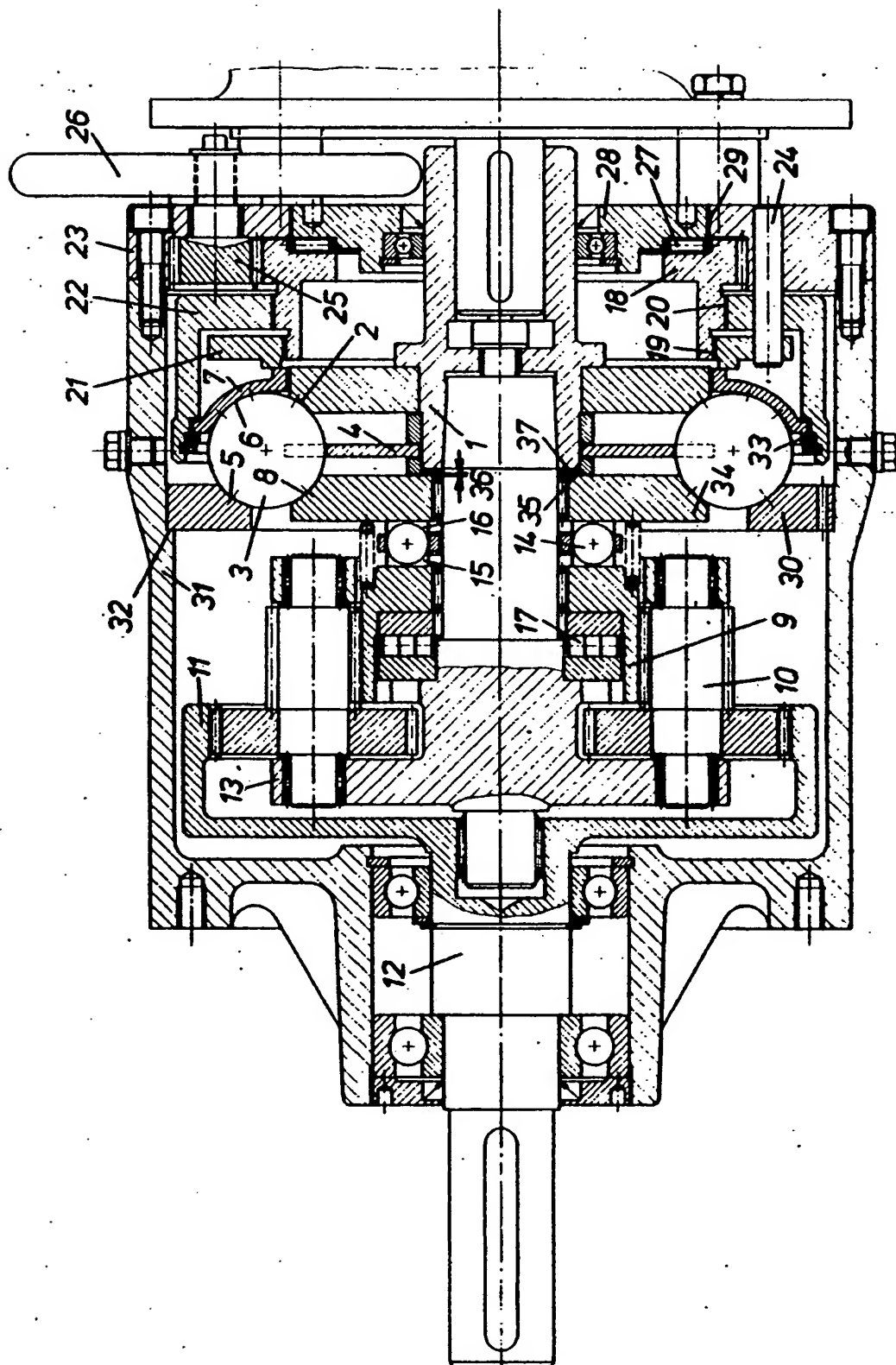
8. Einstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der axial durchfederbare Laufring (7) an beiden Stützringen (21, 22) zu seiner freien Zentrierung an dem Kugelkranz radial ungelagert ist.
9. Einstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der axial durchfederbare Laufring (7) mindestens an seinem Außenumfang auf beiden Stirnseiten durch den Stützring (22) axial abgestützt ist.
10. Einstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß insgesamt vier Stützringe zu einem gemeinsamen Einstellring vorgesehen sind, die auf zwei durchfederbare Laufringe für einen Kugelkranz oder für zwei zusammenwirkende Kränze von übertragenden Kugeln wirken.
11. Einstellvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Kombination von zwei oder mehr Einstellvorrichtungen für ein Getriebe mit zwei oder mehr Kränzen von übertragenden Kugeln, die gemeinsam betätigt werden, etwa durch eine gemeinsame Verstellwelle mit Verstellritzel n o.dgl., wobei die Verstellritzel im einzelnen in verzahnte Einstellringe eingreifen.
12. Einstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der verzahnte Einstellring durch eine Zahnstange bewegt wird, auf die ein Pneumatik- oder Hydraulikkolben wirkt, gegebenenfalls einer selbsttätig rückstellenden Feder entgegen.



<sup>16</sup>  
Leerseite

2310880

-13-



.47h 15-50 aT:o5.o3.1973 OT:12.o9.1974

409837/0084